

## ФАЗОВЫЙ СОСТАВ ПОДСТИЛАЮЩИХ ПОРОД В РАЙОНЕ УКРЕПЛЕННЫХ ПОСЕЛЕНИЙ БРОНЗОВОГО ВЕКА (ЮЖНЫЙ УРАЛ)

Карпова С.В.<sup>1</sup>, Киселева Д.В.<sup>2</sup>, Рянская А.Д.<sup>2</sup>, Галахова О.Л.<sup>2</sup>, Шагалов Е.С.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Уральский Федеральный Университет им. Б.Н. Ельцина, г. Екатеринбург, [svkarpov@mail.ru](mailto:svkarpov@mail.ru)

<sup>2</sup>Институт геологии и геохимии УрО РАН, г. Екатеринбург

### 1. Введение

Основные археологические памятники Южного Урала эпохи бронзы - укрепленные поселения позднего бронзового века Каменный Амбар и Коноплянка (21-17 вв. до н.э.), могильник Неплюевский (19-16 вв. до н.э.), расположенные в бассейне р. Карагайлы-Аят (Челябинская область) [Krause, Koryakova, 2013; Шарапова и др., 2014; Шарапова и др., 2016].

Для этих памятников собрана обширная коллекция материальных предметов культурного наследия - ископаемых костных и зубных фрагментов человека и животных, в том числе домашних (домашней собаки - *Canis familiaris*, коровы - *Bos taurus*, овцы - *Ovis aries*, лошади - *Equus caballus*) и диких (лося - *Alces alces* и др.), а также пресноводных рыб (щуки - *Esox lucius*, окуня - *Perca fluviatilis*, карася - *Carassius carassius*), а также почвы, древних орудий труда и предметов из металла, камня, керамики, источников природного сырья для их изготовления. Данный материал может быть пригоден для проведения анализа палеодиеты в связи с тем, что имеются как человеческие кости, так и остатки целой серии потенциальных источников питания животного характера; для получения данных об образе жизни и миграциях населения и домашних животных на основе изотопных характеристик, а также для выявления изотопно-геохимических индикаторов в древних продуктах металлургического передела и керамики для определения источника минерального сырья в древности.

Подобные исследования предметов культурного наследия невозможны без всестороннего изучения окружающей геологической и экологической обстановки, определения ее изотопно-геохимических характеристик, представляющих собой некие референсные точки или фоновые величины для проведения сопоставлений. Так, например, изотопное отношение  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$  конкретного геологического региона остается неизменным при поступлении из подстилающих пород через почву и пищевую цепочку в костные (зубные) ткани человека и животных при замещении кальция стронцием в кристаллической решетке гидроксипапата [Ericson, 1985; Copeland et al, 2008], а соотношение стабильных изотопов в археологических артефактах (например,  $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ ,  $^{65}\text{Cu}/^{63}\text{Cu}$  и др.) играет роль наиболее устойчивых и информационно-насыщенных природных генетических меток.

Район исследований в геологическом плане представлен гранитоидными массивами: Неплюевским и Варшавским плутонами. Вмещающими породами для них служат терригенные породы нижне-среднеордовикской рымникской свиты, обнаженные к западу от гранитоидов [Тевелев, 2006]. Восточнее, на территории археологических памятников, залегают углисто-глинистые филлитовые сланцы раннекаменноугольного возраста, а южнее - гипербазитовый массив. Несмотря на наличие изотопных данных по Неплюевскому и Варшавскому гранитоидным массивам (Rb-Sr возраст [Тевелев, 2006]), данный район представляется недостаточно изученным, особенно в области изотопно-геохимических характеристик сложной системы взаимодействия подстилающих горных пород, почв (как среды захоронения материальных предметов культурного наследия), подземных вод, а также живых организмов (от бактерий, образующихся при распаде органического вещества после гибели организмов, до произрастающих на поверхности растений).

Данная работа посвящена изучению фазового состава горных пород, характеризующих окружающую геологическую обстановку в районе основных археологических памятников Южного Урала эпохи бронзы для проведения дальнейших изотопно-геохимических исследований.

### 2. Материалы и методы

#### 2.1 Образцы

В данной работе исследовались восемь образцов горных пород, отобранных в районах основных археологических памятников Южного Урала эпохи бронзы: Каменный Амбар и Коноплянка (21-17 вв. до н.э.), могильник Неплюевский (19-16 вв. до н.э.) (Челябинская область) (рис. 1, таблица 1).

#### 2.2 Пробоподготовка

Перед анализом проводили измельчение проб на дробилке ДЛЩ 80х150А, для получения более мелкодисперсной пробы использовали валковую дробилку ДВГ 200х12, а затем дотирали вручную в яшмовой ступке.

#### 2.3 Определение фазового состава

Минеральный состав многокомпонентных смесей наиболее корректно может быть определен с помощью полнопрофильного рентгенофазового анализа. Полнопрофильный рентгенофазовый анализ

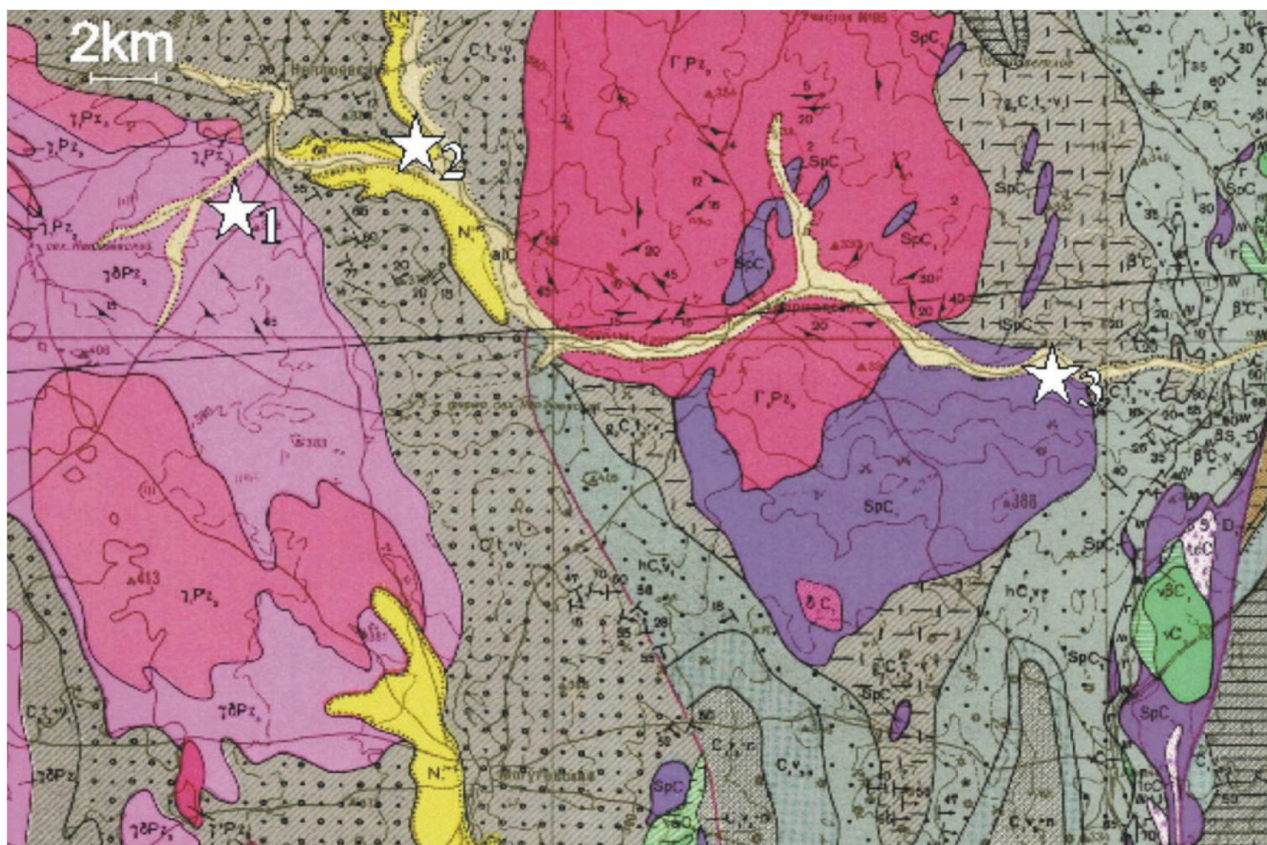


Рис. 1. Места отбора проб горных пород для анализа: 1 – Неплюевский, 2 – Коноплянка, 3 – Каменный Амбар

по Ритвельду основан на компьютерной подгонке расчетных рентгеновских дифрактограмм смесей к экспериментальным на основе минимизации отклонения «расчет-эксперимент» при варьировании набора переменных [Taylor, 2004; Рянская и др., 2015]). Одним из наиболее мощных современных программных продуктов, реализующих метод Ритвельда для фазового анализа, является программа SiroQuant (Sietronics, Австралия) [Taylor, 2004].

Дифрактограммы получены с использованием рентгеновского дифрактометра SHIMADZU XRD-7000. Условия проведения – фильтрованное медное излучение в диапазоне брэгговских углов  $2\Theta$  3-70°, скорость съемки 1°/мин, масса навески - около 2 г. Образцы имели диаметр 25 мм, толщину - не более 2.5 мм. При подготовке проб обеспечивали плоскую и строго параллельную каемке кюветы поверхность образца, избегая, по возможности, возникновения нежелательной текстуры по граням кристаллитов за счет прессования. Предварительный качественный рентгенофазовый анализ проведен по основным рефлексам с использованием базы данных Powder Diffraction File-2 по методике [МИ №88-16360-119-01.00076-2011].

Количественный полнопрофильный рентгенофазовый анализ проведен с помощью программного комплекса SiroQuant (Sietronics, Австралия) в соответствии с работой [Рянская и др., 2015].

### 3. Результаты

Результаты количественного рентгенофазового анализа исследованных образцов пород приведены в таблице 1.

### 4. Выводы

С использованием программного комплекса SiroQuant определен фазовый состав ряда горных пород, характеризующих окружающую геологическую обстановку в районе основных археологических памятников Южного Урала эпохи бронзы.

*Работа выполнена в Центре коллективного пользования «Геоаналитик» в рамках госбюджетной темы № 0393-2016-0025 «Спектроскопия, спектрометрия и физика гео-, космо- и биогенных минералов на основе аналитических методик с высоким пространственным разрешением: оксиды, силикаты, фосфаты, карбонаты»*

### ЛИТЕРАТУРА

1. Рянская А.Д., Шапова Ю.В., Гуляева Т.Я., Галахова О.Л., Петрищева В.Г., Горбунова Н.П., Татарина Л.А. Полнопрофильный рентгенодифракционный анализ фазово-минерального состава пород-коллекторов нефти и газа с использованием программы SiroQuant (на примере искусственных смесей). ЕЖЕГОДНИК-2014, Тр. ИГГ УрО РАН, вып. 162, 2015, с. 267–275.



Таблица 1. Результаты количественного рентгенофазового анализа исследованных образцов пород

№ пп	Шифр пробы	Название породы	Координаты GPS	Состав
1	B4-1	Гранитоид	С. Ш.:52°51'20" В. Д.:60°21'48"	Кварц 27% Плагиоклаз (альбит) 47% Мусковит 14% КПШ (микроклин) 8% Хлорит 4%
2	B4-2	Гранитоид	С. Ш.:52°51'20" В. Д.:60°21'48"	Кварц Слюда (сильно текстурирована по 001) Плагиоклаз(ы) КПШ не исключен Апатит (гидроксилапатит) Небольшая примесь хлорита Примесь эпидота
3	B4-3	Гранитоид	С. Ш.:52°51'20" В. Д.:60°21'48"	Кварц 30% Плагиоклаз (альбит) 42% КПШ (микроклин) 20% Мусковит 8%
4	B9-1	Филлит	С. Ш.:52°49'58" В. Д.:60°32'50"	Кварц 34% Клинохлор 11% Мусковит (2М1 – политипа) 38% Парагонит 17%
5	B14-1	Серпентинит	С. Ш.:52°47'6" В. Д.:60°22'43"	Серпентин 100%
6	B19-1	Серпентинит	С. Ш.:52°47'58" В. Д.:60°23'27"	Серпентин 92% хромшпинелид 5% Доломит 3%
7	K8-1	Кварцитосланец	С. Ш.:52°51'18" В. Д.:60°13'30"	Кварц 97% Мусковит 1% Плагиоклаз 2%
8	НП-4	Гранит	С. Ш.:52°51'910" В. Д.:60°06'458"	Кварц 39% КПШ (микроклин) 27% Плагиоклаз (альбит) 28% Примесь мусковита 6%

- Тевелев А.В., Кошелева И.А., Попов В.С., Кузнецов И.Е., Осипова Т.А., Правикова Н.В., Вострецова Е.С., Густова А.С. Палеозойды зоны сочленения Восточного Урала и Зауралья // Труды лаборатории складчатых поясов (выпуск 4). Под ред. проф. Никишина А.М. – М.: Геологический ф-т МГУ, 2006. 300 с.
- Шарапова С.В., Гольева А.А., Корякова Л.Н., Краузе Р., Луайе Ж. Детские погребения могильника Неплюевский в Южном Зауралье (предварительные результаты) // Экология древних и традиционных обществ. Материалы V международной научной конференции г. Тюмень, 7–11 ноября 2016 г. Вып. 5. Ч. 1. Тюмень: Изд-во ТюмГУ, 2016. С. 70–73
- Шарапова С.В., Краузе Р., Молчанов И.В., Штоббе А., Солдаткин Н.В. Междисциплинарные исследования поселения Коноплянка: предварительные результаты // Вестник НГУ. Серия: История, филология. Т. 13, вып. 3: Археология и этнография, 2014. С. 101–109.
- МИ №88-16360-119-01.00076-2011. Горные породы и минералы. Идентификация фазового состава с использованием дифрактометра XRD-7000 “Shimadzu”. Екатеринбург: ИГГ УрО РАН. 2011. 9 с.
- Copeland S. R., Sponheimer M., le Roux P. J., Grimes V., Lee-Thorp J. A., de Ruiter D. J., Richards M. P. Strontium isotope ratios ( $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ ) of tooth enamel: a comparison of solution and laser ablation multicollector inductively coupled plasma mass spectrometry methods // Rapid Communications in Mass Spectrometry. 2008. Vol. 22. P. 3187–3194.
- Ericson J.E. Strontium isotope characterization in the study of prehistoric human ecology // J. Hum., 1985. Vol. 14. P. 503–514.
- Krause R. and Koryakova L. (eds). Multidisciplinary investigations of the Bronze Age settlements in the Southern Transurals (Russia). Verlag Dr. Rudolf Habelt GmbH: Bonn 2013.
- Taylor J.C. Rietveld made easy: a practical guide to the understanding of the method and successful phase quantifications. Canberra, Australia: Sietronics Pty Limited, 2004.